

# PROSIDING

**Seminar Nasional  
Himpunan Fisika Indonesia (HFI)  
Cabang Sumatera Barat**

**Padang, 28-29 Juli 2011**



ISBN : 978-602-19069-0-3

**Editor :  
Ardian Putra  
Meqorry Yusfi**

# **PROSIDING**

**Seminar Nasional  
Himpunan Fisika Indonesia (HFI)  
Cabang Sumatera Barat  
Padang, 28-29 Juli 2011**



**HFI  
Cabang Sumbar**

**Prosiding Seminar Nasional  
Himpunan Fisika Indonesia (HFI)  
Cabang Sumatera Barat  
Padang, 28-29 Juli 2011  
ISBN 978-602-19069-0-3**

Cetakan Pertama, September 2011

Editor : Ardian Putra, Meqorry Yusfi  
Perancang Sampul : Afdhal Muttaqin

Diterbitkan oleh:  
Himpunan Fisika Indonesia (HFI) Cabang Sumatera Barat  
Sekretariat : Jurusan Fisika Universitas Negeri Padang,  
Air Tawar, Padang  
Email : [hfisumbar11@yahoo.co.id](mailto:hfisumbar11@yahoo.co.id)  
<http://hfisumbar.do.am/>



## **KATA PENGANTAR**

Sehubungan dengan telah selesainya dilaksanakan Seminar Nasional Himpunan Fisika Indonesia (HFI) Cabang Sumatera Barat pada 28-29 Juli 2011, maka diterbitkanlah prosiding yang terdiri dari 36 makalah dari berbagai keilmuan fisika, meliputi fisika bumi, fisika instrumentasi, fisika material, fisika nuklir dan radiasi, dan fisika pendidikan.

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu hingga selesainya prosiding seminar ini.

September 2011

Editor

## KATA SAMBUTAN

Puji Syukur Alhamdulillah marilah senantiasa kita tuturkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya, kita dapat hadir di tempat ini, Gedung Serba Guna FT- UNP dalam rangka kegiatan seminar HFI cabang Sumatera Barat dan Rapat Pembentukan Pengurus HFI Cab. Sumatera Barat. Kami mengucapkan **SELAMAT DATANG di KAMPUS UNP PADANG KOTA TERCINTA** kepada seluruh peserta seminar dan anggota HFI. Harapan kami, semoga kegiatan ini memberikan kesan yang berbeda dan dampak positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam rangka untuk menyukseskan pendidikan berkarakter dan Internasionalisasi pengajaran Fisika.

Selain itu, kegiatan yang dilaksanakan adalah seminar HFI dan pembentukan pengurus baru HFI Cabang Sumbar dengan tema” **Peranan Ilmu Fisika Dalam Menyukseskan Pendidikan Berkarakter dan Bertaraf Internasional**” dengan keynote speaker yang hadir adalah; Dra. Elwinetri, M.Pd. (Kabid Umum Dikpora Sumbar), Dr. Supriyadi, M.Pd, (UNJ), Dr. Yulkifli, M.Si (HFI Pusat/UNP). Peserta seminar adalah dosen, peneliti, guru fisika SMP dan SMA serta mahasiswa dari berbagai universitas, dengan total peserta  $\pm$  100 peserta pendengar dan 38 peserta pemakalah.

Seminar ini terselenggara berkat bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini kami haturkan terimakasih kepada Rektor UNP, Rektor UNAND, ketua STAIN Batu Sangkar, Rektor IAIN, Dekan, Ketua jurusan/Prodi dari ke empat Perguruan Tinggi, para pembicara utama, serta sponsor lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang turut membantu terlaksananya acara ini. Terakhir kami menghaturkan terima kasih secara khusus kepada seluruh panitia seminar yang telah bekerja keras dalam mempersiapkan dan mengatur acara ini.

Akhir kata dengan memohon ridho Allah SWT, semoga apa yang kita inginkan pada kegiatan seminar dan rapat tahunan ini dapat terwujud dan kami ucapkan selamat melaksanakan seminar dan rapat pembentukan pengurus HFI cabang Sumatera Barat.

Ketua Pelaksana

Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Kata Sambutan	ii
Daftar Isi	iii
Sensor dan Perkembangannya Untuk Mendukung Era Otomatisasi Dalam rangka Menuju Internasionalisasi Pengajaran Fisika	1
<i>Yulkifli</i> .....	1
Hasil Bimbingan Teknis Pengembangan Pembelajaran Pada SMP-RSBI Se-Sumatera Barat Tahun 2010	14
<i>Elwinetri<sup>1</sup>, Asrizal<sup>2</sup></i> .....	14
Pemodelan Tinggi dan Waktu Tempuh Penjalaran Gelombang Tsunami Dengan Metode Tsunami N3 di Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat	25
<i>Dwi Pujiastuti</i> .....	25
Efek Seismo-ionosfer Sebelum Gempa Solok 6 Maret 2007	37
<i>Edwards Taufiqurrahman<sup>1</sup>, Dwi Pujiastuti<sup>1</sup>, Ednofri<sup>2</sup></i> .....	37
Pengaruh Penambahan Resin Terhadap Permeabilitas Tanah	46
<i>Ardian Putra, Agus Rianto</i> .....	46
Analisis Perubahan Vp/Vs Untuk Memprediksi Kejadian Gempabumi Daerah Sumatera Barat dan Sekitarnya	50
<i>Arif Budiman<sup>1</sup>, Mita Idriani<sup>1</sup>, Moh. Taufik Gunawan<sup>2</sup></i> .....	50
Pemetaan Nilai Suseptibilitas Magnetik Tanah Lapisan Atas di Sisi Jalan Kota Padang sebagai Indikator Pencemaran Logam Berat	57
<i>Afdal, Norma Yunita</i> .....	57
Penyelidikan Penyebaran Vormi dengan Metoda Geolistrik Sebagai Alternatif Penanggulangan Krisis Energi di Kabupaten Solok	65
<i>Rahmi Hidayati, Sesri Santurima, Akmam</i> .....	65
<i>Bacaplas</i> Sebagai Alternatif Pemanfaatan Sampah Kaca dan Plastik Untuk <i>Paving Block</i>	73
<i>Elsi Ariani, Yoza Monalisa, Akmam</i> .....	73
Timbangan Digital Berbasis Sensor Flexiforce dan Mikrokontroller Atmega16	81
<i>Iwil<sup>1</sup>, Asrizal<sup>2</sup>, Yulkifli<sup>2</sup></i> .....	81
Sensor Magnetik Fluxgate Sebagai Alat Ukur Muai Panjang	85
<i>Ismu Wahyudi<sup>1</sup>, Yulkifli<sup>2</sup></i> .....	85
Pembuatan dan Penentuan Karakteristik Statik Sensor Getaran Berbasis Pegas dan <i>Light Dependent Resistor</i>	95
<i>Mairizwan<sup>1</sup>, Hufri<sup>2</sup>, Zulhendri Kamus<sup>2</sup></i> .....	95

Desain dan Pembuatan Timbangan Digital Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 <i>Sri Ramadela Putri<sup>1</sup>, Hufri<sup>2</sup>, Yulkifli<sup>2</sup></i> .....	99
<i>Prototipe Sistem Pengeringan Biji Kakao Berbasis Pengukuran Massa Menggunakan Pengindera Sensor Load Cell</i> <i>Selsi Woweni<sup>1</sup>, Hufri<sup>2</sup>, Zulhendri Kamus<sup>2</sup></i> .....	104
Penentuan Karakteristik Statik Sensor Massa Berbasis LDR dan Pegas <i>Ani Ramadhan<sup>1</sup>, Hufri<sup>2</sup>, Zulhendri Kamus<sup>2</sup></i> .....	108
Rancang Bangun Alat Ukur Sudut Kemiringan Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Menggunakan Sensor Potensiometer <i>Wildian, Carles Fau</i> .....	113
Pengukuran Getaran Mesin Menggunakan Sensor Fluxgate <i>Hufri, Yulkifli</i> .....	121
Sintesis dan Karakterisasi <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) dengan Sensitizer Antosianin dari Bunga Rosella ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> ) <i>Dahyunir Dahlan<sup>1</sup>, Rafika Andari<sup>1</sup>, Hermansyah Aziz<sup>2</sup></i> .....	128
Pengaruh Penambahan Metil Merah Terhadap Tekstil yang Dilapisi Nanopartikel TiO <sub>2</sub> Sebagai Pelindung UV <i>Astuti, Sri Rahayu Alfitri Usna</i> .....	137
Penumbuhan Lapisan Tipis Stronsium Titanat (SrTiO <sub>3</sub> ) di Atas Substrat Silikon (Si) dengan Metode <i>Chemical Bath Deposition</i> (CBD) <i>Hadi Kurniawan, Dahyunir Dahlan, Astuti</i> .....	147
Penentuan Kapasitansi Resin Alam Mata Kucing ( <i>Shorea javanica</i> ) Dengan Pelarut bensin <i>Afdhal Muttaqin, Wezi Pramulia Rahmi</i> .....	155
Studi Perbandingan Penumbuhan Biokristal Dengan Metode <i>Slow Cooling</i> dan <i>Hanging Drop Vapour diffusion</i> <i>Ratnawulan</i> .....	160
Pengujian Fungsi Pesawat Sinar-X Radiagnostik <i>Dian Milvita</i> .....	165
Analisis Pengaruh Ukuran Teras Terhadap Tingkat Sirkulasi Alamiah Bahan Pendingin Pb-Bi Pada Reaktor Cepat <i>Dian Fitriyani, Sri Oktamuliani</i> .....	176
Desain Devais Fotonik Fungsi Penapis Struktur Optik Periodik 2-Dimensi Melalui Analisis Numerik <i>Hidayati, Nina</i> .....	184



Pentingnya Penggunaan Media Film Dokumenter Dalam Menunjang Pembelajaran IPA SD	191
<i>Sri Maiyena</i> .....	191
Implementasi Penilaian Sikap Dalam Pembelajaran KTSP Terhadap Kompetensi Afektif Siswa Kelas XI IPA MAN Padusunan Pariaman	196
<i>Mila Nofriyanti<sup>1</sup>, Festiyed<sup>2</sup>, Yulkifli<sup>2</sup></i> .....	196
Penerapan Pendekatan “SAVI” Untuk Meningkatkan Aktifitas dan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI IPA Pada Kompetensi Fluida	204
<i>Widia Ningsih</i> .....	204
Peningkatan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika Siswa Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Jigsaw</i> di Kelas XII IPA 1 SMAN 7 Padang	216
<i>Sri Indrawati Prihatin Ningsih</i> .....	216
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika SMA Berorientasi Pendekatan Inkuiri pada Materi Impuls dan Momentum Linear	225
<i>Aspar<sup>1</sup>, Jon Efendi<sup>2</sup>, Ahmad Fauzi<sup>3</sup></i> .....	225
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berorientasi Inkuiri Terpimpin Materi Induksi Magnetik dan Induksi Elektromagnetik Untuk SMA Kelas XII IPA	241
<i>Desmalinda<sup>1</sup>, Jon Efendi<sup>2</sup>, Ahmad Fauzi<sup>3</sup></i> .....	241
Model Pembelajaran <i>Quantum Teaching</i> Berbasis Ikhlas	257
<i>Mitrawati, Yanuar Kiram, Ahmad Fauzi</i> .....	257
Pembelajaran Kooperatif Teknik MURDER Berbasis <i>Graphic Organizers</i> di SMA Negeri 8 Padang	267
<i>Masril</i> .....	267
Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Pembelajaran Siswa R-SMA-BI Kelas X Semester 1	274
<i>Asrizal, Putri Handayani, Prima Desinda</i> .....	274
Implikasi Perangkat Pembelajaran Fisika Terintegrasi Keimanan dan Ketaqwaan Pada Materi Termodinamika	285
<i>Nurhayati, Ahmad Fauzi, Usmeldi</i> .....	285
Pengembangan Asesmen Kinerja Berbasis Inkuiri Pada Materi Listrik Dinamis Kelas X SMA	293
<i>Fitriza Budi Rahayu, Ahmad Fauzy, Festiyed</i> .....	293
Indeks	299

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC) DENGAN SENSITIZER ANTOSIANIN DARI BUNGA ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa*)

Dahyunir Dahlan<sup>1</sup>, Rafika Andari<sup>1</sup>, Hermansyah Aziz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Andalas

<sup>2</sup> Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas

*e-mail address: dahyunir@yahoo.com*

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang kemampuan *Dye Sensitized Solar Cell* pada kaca konduktif ITO dengan *sensitizer* dari bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa*). Konstruksi sel surya yang digunakan adalah sistem *sandwich*. Elektroda lawan-grafit diletakkan di atas lapisan TiO<sub>2</sub>—pewarna bunga rosela dengan elektrolit terletak di antara kedua elektroda tersebut. Karakterisasi sel surya dilakukan dengan analisis serapan elektronik pada bunga rosella, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), difraksi sinar X, serapan inframerah, dan pengukuran potensial sel surya. Panjang gelombang maksimum pada bunga rosela sebesar 553 nm. Hasil analisis menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan morfologi permukaan lapis tipis TiO<sub>2</sub> pada perbesaran 20.000x. Pada difraktogram lapis tipis TiO<sub>2</sub> menunjukkan intensitas pola difraksi cukup tinggi dengan puncak utama pada  $2\theta$  yaitu  $25,261^{\circ}$  (100);  $47,82^{\circ}$  (200);  $37,56^{\circ}$  (004);  $53,66^{\circ}$  (105) dan  $54,84^{\circ}$  (211) sebagai kristal *anatase* dengan ukuran kristal sebesar 43,76 nm. Sel-sel ini diuji dengan penyinaran menggunakan cahaya matahari dan lampu halogen 150 Watt pada jarak 30 cm masing-masing menghasilkan harga efisiensi sebesar 0,52% dengan arus 0,28 mA, tegangan 238,2 mV serta 0,49 % dengan 0,09 mA dan tegangan 171,5 mV.

### PENDAHULUAN

Sel surya yang banyak digunakan sekarang ini adalah sel surya berbasis teknologi silikon yang merupakan hasil dari perkembangan pesat teknologi semikonduktor elektronik. Walaupun sel surya sekarang didominasi oleh bahan silikon, namun mahalnya biaya produksi silikon membuat harganya lebih mahal daripada sumber energi fosil. Selain itu kekurangan dari sel surya silikon adalah penggunaan bahan kimia berbahaya pada proses fabrikasinya.

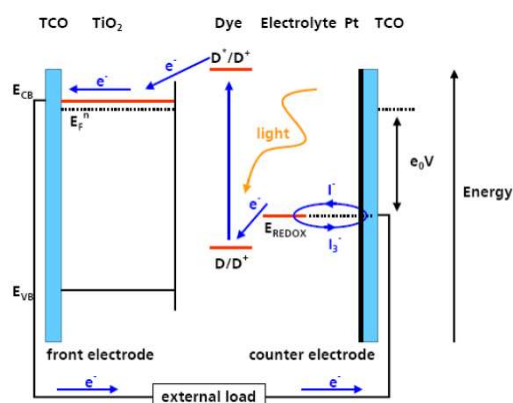
Seiring dengan perkembangan teknologi, dominasi tersebut bertahap mulai tergantikan dengan hadirnya sel surya generasi terbaru, yaitu *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC). DSSC adalah salah satu teknologi sel surya non-konvensional yang berkembang sejalan dengan perkembangan nanoteknologi. Keunggulan dari DSSC adalah tidak memerlukan bahan dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksinya relatif rendah (Gratzel, 2003). Sejauh ini, *dye* yang digunakan sebagai *sensitizer* dapat berupa *dye* sintesis maupun *dye* alami. Walaupun DSSC komersial dengan menggunakan *dye* sintesis yaitu jenis *ruthenium complex* telah mencapai efisiensi 9,2 %, namun ketersediaan dan harganya yang mahal membuat adanya alternatif lain pengganti *dye* jenis ini yaitu *dye* alami yang dapat diekstrak dari bagian-bagian tumbuhan seperti daun, bunga, atau buah. *Dye-sensitizer* alami terbukti mampu memberikan efek fotovoltaiik walaupun efisiensi yang dihasilkan masih jauh lebih kecil dibandingkan zat warna sintetis. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian menggunakan bunga rosella yang mengandung zat warna alami sebagai sumber *dye*.

Skema kerja dari DSSC ditunjukkan pada Gambar 1. Pada dasarnya prinsip kerja dari DSSC merupakan reaksi dari transfer elektron. Proses pertama dimulai dengan terjadinya eksitasi elektron pada molekul *dye* akibat absorpsi foton. Elektron tereksitasi dari *ground state* (D) ke *excited state* (D<sup>\*</sup>)

Proses kedua terjadi pada elektroda negatif (anoda), yaitu pada lapisan TiO<sub>2</sub> dimana elektron tereksitasi (D<sup>\*</sup>) kemudian terinjeksi menuju pita konduksi (E<sub>CB</sub>) TiO<sub>2</sub> sehingga *dye* teroksidasi (D<sup>+</sup>). Dengan adanya donor elektron oleh elektrolit (I<sup>-</sup>) maka molekul *dye* kembali ke keadaan awalnya (*ground state*) dan mencegah penangkapan kembali elektron oleh *dye* yang teroksidasi.

Proses ketiga, setelah mencapai elektroda ITO, elektron mengalir menuju *counter-elektrode* yang berperan sebagai elektroda positif (katoda) melalui rangkaian eksternal. Proses selanjutnya, dengan adanya katalis pada *counter-elektrode*, elektron diterima oleh elektrolit sehingga *hole* yang terbentuk pada elektrolit (I<sub>3</sub><sup>-</sup>), akibat donor elektron pada proses sebelumnya, berekombinasi dengan elektron membentuk iodida (I<sup>-</sup>).

Proses terakhir, iodida ini digunakan untuk mendonor elektron kepada *dye* yang teroksidasi, sehingga terbentuk suatu siklus transport elektron. Dengan siklus ini terjadi konversi langsung dari cahaya matahari menjadi listrik.



Gambar 1. Skema kerja dari DSSC (Sastrawan, R., 2006)

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, kaca konduktif (TCO) jenis ITO, *magnetic stirrer*, cawan petri, mortar, pensil grafit 2B, lilin bakar, pinset, oven, batang pengaduk, kertas saring, *scotch tape*, neraca digital, multimeter digital, potentiometer, lampu Halogen 150 watt serta luxmeter.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bubuk TiO<sub>2</sub>, aquades, kalium iodida (KI), iodin (I<sub>2</sub>), etanol 95%, asetonitril, PVA (Polivinil Alkohol), asam asetat dan kelopak bunga rosella.

### Pembuatan Pasta TiO<sub>2</sub>

TiO<sub>2</sub> akan dideposisikan dengan teknik lapisan tebal sehingga sebelumnya dibuat TiO<sub>2</sub> dalam bentuk pasta, yaitu dengan prosedur pembuatan *Dr. Blade*.

### **Preparasi Larutan Dye**

Kelopak bunga rosella segar sebanyak 10,2 gram digerus dengan mortar hingga halus, selanjutnya ditambahkan 25 ml etanol 95%, 4 ml asam asetat, dan 21 ml aquades (25:4:21 perbandingan volume), kemudian direndam selama 24 jam. Setelah direndam selama 24 jam, selanjutnya ekstrak *dye* antosianin disaring menggunakan kertas saring Whatman dan disimpan dalam botol berwarna gelap.

### **Preparasi Elektrolit**

Larutan elektrolit  $\Gamma$  dan  $\text{I}_3^-$  0,5 M

1. Dicampurkan 0,83 gram kalium iodida (KI) kedalam 10 ml asetonitril kemudian diaduk.
2. Ditambahkan 0,127 gram iodin ( $\text{I}_2$ ) kedalam larutan tersebut kemudian diaduk.
3. Larutan disimpan dalam botol tertutup.

Larutan elektrolit  $\Gamma$  dan  $\text{I}_3^-$  0,3 M

1. Dicampurkan 0,49 gram kalium iodida (KI) kedalam 10 ml asetonitril kemudian diaduk.
2. Ditambahkan 0,076 gram iodin ( $\text{I}_2$ ) kedalam larutan tersebut kemudian diaduk.
3. Larutan disimpan dalam botol tertutup.

Larutan elektrolit  $\Gamma$  dan  $\text{I}_3^-$  0,1 M

1. Dicampurkan 0,166 gram kalium iodida (KI) kedalam 10 ml asetonitril kemudian diaduk.
2. Ditambahkan 0,025 gram iodin ( $\text{I}_2$ ) kedalam larutan tersebut kemudian diaduk.
3. Larutan disimpan dalam botol tertutup.

### **Preparasi Counter-Elektroda Karbon**

Sebagai sumber karbon digunakan grafit dari pensil 2B. Pensil 2B diarsir pada bagian konduktif ITO hingga merata. Kemudian kaca dibakar di atas nyala lilin dengan posisi arsiaran menghadap api. Pembakaran dilakukan hingga jelaga api menutupi permukaan konduktif ITO.

### **Fabrikasi DSSC**

Setelah masing-masing komponen DSSC berhasil dibuat kemudian dilakukan fabrikasi untuk membentuk sel surya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pada ITO yang telah dipotong menjadi ukuran 1 x 2 cm dibentuk area tempat  $\text{TiO}_2$  dideposisikan dengan bantuan Scotch tape pada bagian kaca yang konduktif sehingga terbentuk area sebesar 1 x 1. *Scotch tape* juga berfungsi sebagai pengatur ketebalan pasta  $\text{TiO}_2$ .
2. Pasta  $\text{TiO}_2$  dideposisikan diatas area yang telah dibuat pada kaca konduktif dengan metoda *doctor blade*, yaitu dengan bantuan batang pengaduk untuk meratakan pasta. Kemudian lapisan dikeringkan selama kurang lebih 15 menit dan dibakar dalam oven listrik pada temperatur 150°C selama 30 menit.
3. Lapisan  $\text{TiO}_2$  kemudian direndam dalam larutan *dye* selama 30 menit kemudian lapisan  $\text{TiO}_2$  akan menjadi berwarna ungu. Kaca ITO kemudian dibilas dengan aquades, kemudian dibilas dengan etanol dan dikeringkan. Pada proses ini terjadi adsorpsi sianin ke permukaan  $\text{TiO}_2$ , menggantikan  $\text{OH}^-$  dari struktur  $\text{Ti(IV)}$  yang berkombinasi dengan proton dari grup antosianin (Septina, 2007).

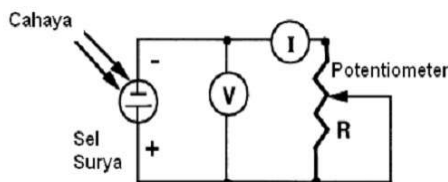
4. *Counter-elektroda* karbon kemudian diletakkan diatas lapisan  $\text{TiO}_2$  dengan struktur *sandwich* dimana di masing-masing ujung diberi offset sebesar 0,5 cm untuk kontak elektrik. Kemudian agar struktur selnya mantap dijepit dengan klip pada kedua sisi.
5. Larutan elektrolit kemudian diteteskan kira-kira sebanyak 2 tetes kepada ruang antara kedua elektroda. Dan sel surya siap untuk diuji.

#### Pengujian dan Karakterisasi

Struktur kristal dari  $\text{TiO}_2$  dianalisa dengan X-Ray Diffractometer Philips tipe APD 3520 dengan jangkauan sudut difraksi  $2\theta = 20^\circ$ - $100^\circ$ . Profil absorpsi dari *dye* dianalisis dengan menggunakan UV-VIS Spektrometer dengan instrumen spektrofotometer UV-VIS Lambda 25 Perkin Elmer dan panjang gelombang cahaya yang digunakan yaitu antara 400-700 nm.

Sebelum digunakan sebagai sensitizer, ekstrak bunga rosella terlebih dahulu diuji spektrum absorpsinya dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-VIS Lambda 25 Perkin Elmer dengan panjang gelombang cahaya yang digunakan antara 400-700 nm. Spektrum absorpsi masing-masing diuji untuk *dye* antosianin dalam bentuk larutan sebelum dan sesudah perendaman elektroda  $\text{TiO}_2$ .

Skema pengujian rangkaian listriknya ditunjukkan pada Gambar 2. Sumber cahaya yang digunakan yaitu cahaya matahari secara langsung dan cahaya lampu halogen 150 Watt. Jarak antara sumber cahaya lampu dengan sel surya adalah 30 cm diarahkan tegak lurus terhadap permukaan sel surya. Sedangkan karakterisasi dengan sumber cahaya matahari dilakukan pada sekitar pukul 11.00 –13.00 siang dan pada saat iluminasi cahaya matahari cerah yang diukur menggunakan luxmeter.

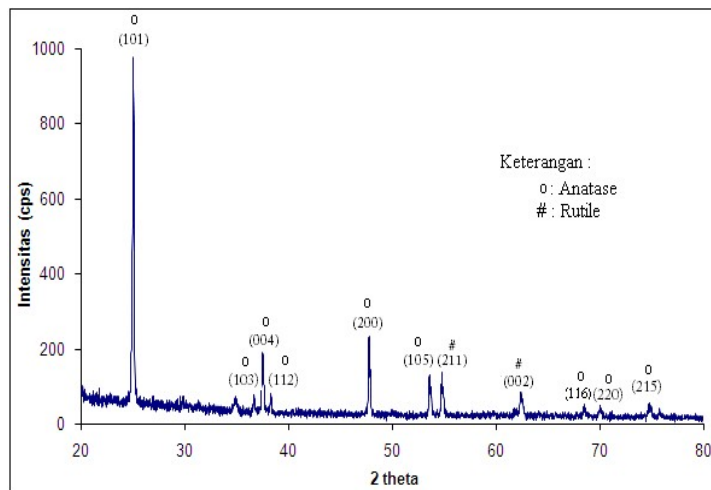


Gambar 2. Skema rangkaian listrik pengujian sel surya

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis XRD

Hasil karakterisasi elektroda  $\text{TiO}_2$  pada kaca ITO diperoleh berupa pola difraksi yang terdiri dari puncak-puncak karakteristik  $\text{TiO}_2$ , seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

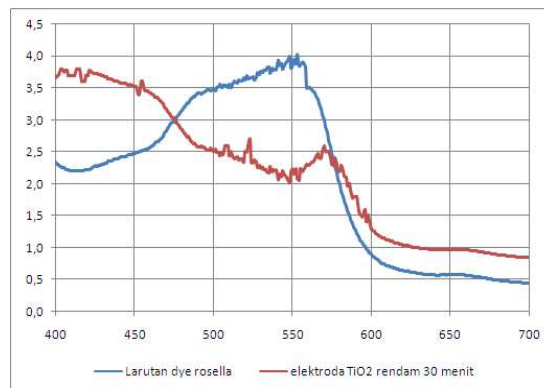


Gambar 3. Pola XRD Elektroda  $\text{TiO}_2$

Puncak-puncak  $\text{TiO}_2$  didapatkan dengan persentase terbanyak fasa kristal anatase. Dengan membandingkan hasil pengukuran dan kartu interpretasi data dapat diketahui bahwa kristal yang terbentuk adalah anatase sesuai dengan JCPDS No. 21-1272 dan rutile sesuai dengan JCPDS No. 21-1276.

.Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa  $\text{TiO}_2$  yang disintesis sesuai untuk diaplikasikan dalam DSSC karena mempunyai fasa kristal anatase yang memiliki kemampuan fotoaktif yang tinggi.

#### Analisis Absorpsi Dye Bunga Rosella



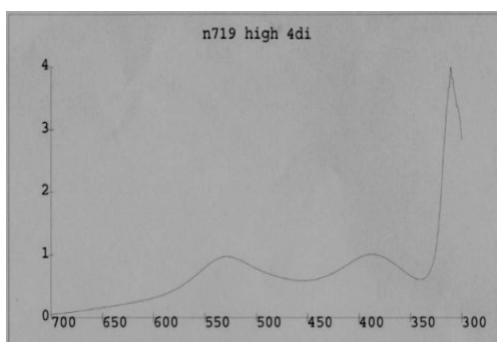
Gambar 4. Hasil spektrum absorpsi bunga rosella

Pada Gambar 4, memperlihatkan bahwa spektrum absorpsi ekstrak antosianin bunga rosella cukup lebar yaitu 450-600 nm dengan panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{maks}}$ ) sekitar 553 nm. Hasil ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wongcharee (2006) yang memperoleh panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{\text{maks}}$ ) 520 nm. Dengan demikian ekstrak bunga rosella sangat signifikan dan dominan menyerap cahaya tampak pada spektrum hijau (500-550 nm), hal ini bersesuaian dengan warna ekstrak yang kemerahan (Sukardjo,1992).

Pada Gambar 4. terlihat bahwa spektrum absorpsi elektroda  $\text{TiO}_2$  tersensitisasi antosianin menunjukkan pergeseran ke arah panjang gelombang lebih panjang 550-600 nm dengan puncak pada sekitar 570 nm (spektrum kuning) namun intensitasnya menurun. Pergeseran ini terjadi akibat perubahan warna *dye* setelah diserap oleh lapisan  $\text{TiO}_2$ , yaitu dari warna kemerahan menjadi keunguan. Perubahan warna ini sebagai akibat terjadinya ikatan antara kromofor *dye* dari antosianin dengan Ti (IV) dari  $\text{TiO}_2$ , dimana sebuah ion  $\text{OH}^-$  dari Ti (IV) berikatan dengan sebuah ion  $\text{H}^+$  dari *dye* antosianin membentuk satu molekul  $\text{H}_2\text{O}$ . Selain itu, muncul pula pita absorpsi pada daerah spektrum ungu (400-430 nm), yang merupakan karakteristik serapan  $\text{TiO}_2$ .

Perendaman dengan waktu 30 menit menghasilkan intensitas absorbans yang cukup besar. Hal ini disebabkan karena dengan adanya waktu perendaman konsentrasi molekul antosianin yang terserap pada permukaan elektroda  $\text{TiO}_2$ . Nilai absorbans ini dipengaruhi oleh kandungan antosianin pada permukaan elektroda  $\text{TiO}_2$ , karena kandungan antosianin sebanding dengan cahaya yang diserap oleh sel surya.

Sebagai perbandingan, pada Gambar 5. merupakan grafik UV-VIS dari *dye ruthenium complex* jenis N719 (Zhan, 2006). Dari grafik tersebut terlihat bahwa terdapat dua puncak absorpsi pada panjang gelombang 550 nm dan 400 nm. Ini menunjukkan bahwa *dye* jenis *ruthenium complex* memiliki karakteristik yang hampir sama dengan hasil penelitian ini yang menggunakan *dye* bunga rosella, yaitu dapat menyerap spektrum cahaya tampak lebih lebar. Untuk itu, penggunaan *dye* alami dapat menjadi alternatif penggunaan *dye* sintesis kompleks.



Gambar 5. Grafik UV-VIS dari *ruthenium complex* jenis N719

### Analisis Sel Surya

Hasil pengukuran tegangan dan arus sel surya menggunakan sumber cahaya matahari diperlihatkan pada Tabel 1. untuk masing-masing lama perendaman dalam *dye* dan konsentrasi elektrolit yang berbeda.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Sel Surya Menggunakan Sumber Cahaya Matahari

Lama perendaman dalam larutan <i>dye</i>	Tegangan yang diperoleh (mV)		
	0,5 M	0,3 M	0,1 M
30 menit	237,6	227,6	217,2

Lama perendaman dalam larutan <i>dye</i>	Arus yang diperoleh (mA)		
	0,5 M	0,3 M	0,1 M
30 menit	0,31	0,28	0,2

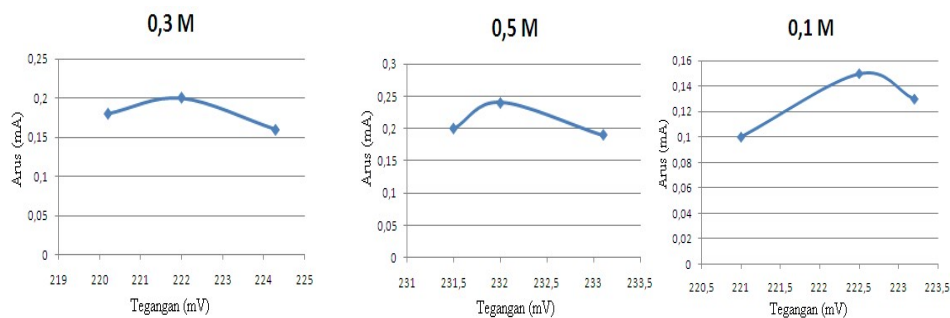
Berdasarkan hasil pengujian di atas, sel surya dapat mengkonversi energi surya menjadi listrik dengan nilai tegangan tertinggi pada multimeter adalah sebesar 237,6 mV pada perendaman sel selama 30 menit dengan konsentrasi larutan elektrolit 0,5 M. Sedangkan nilai arus listrik tertinggi sebesar 0,31 mA pada perendaman 30 menit dengan konsentrasi larutan elektrolit 0,5 M.

Untuk mengetahui kemampuan sel surya dilakukan karakteristik arus-tegangan dengan sumber cahaya matahari. Hasil karakterisasi arus-tegangan sel surya ditunjukkan pada Gambar 6. untuk sel yang direndam *dye* selama 30 menit masing-masing pada konsentrasi 0,5 M; 0,3 M dan 0,1 M.

Berdasarkan hasil pengukuran nilai arus dan tegangan yang telah dibuat dalam bentuk kurva I-V, diperoleh parameter-parameter keluaran sel surya yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Nilai tegangan maksimum diperoleh sebesar 238,2 mV dan arus maksimum sebesar 0,28 mA yang dihasilkan pada sampel A dengan konsentrasi elektrolit 0,5 M.

Berdasarkan nilai tegangan maksimum dan arus maksimum dapat diketahui efisiensi sel surya, yaitu 0,52 %. Penggunaan jenis *dye* yang sama ternyata menghasilkan nilai efisiensi yang berbeda. Ini dipengaruhi oleh karakteristik yang berbeda dari bunga rosella baik dari daerah tempat tumbuhnya maupun cara ekstrak bunga rosella tersebut. Selain itu, terdapat perbedaan pada substrat yang digunakan sebagai komponen pendukung DSSC dimana pada penelitian Marwati (2007) substrat yang digunakan adalah LCD, sedangkan penelitian ini menggunakan substrat kaca konduktif jenis ITO.



Gambar 6. Kurva I-V sel surya dengan sumber cahaya matahari pada lama perendaman *dye* selama 30 menit.



Tabel.2. Parameter-parameter sel surya yang diperoleh dengan sumber cahaya matahari

Karakterisasi I-V	Sampel A (0,5 M)	Sampel B (0,3 M)	Sampel C (0,1 M)
V <sub>max</sub> (mV)	238,2	227,3	217,3
I <sub>max</sub> (mA)	0,28	0,28	0,20
P <sub>max</sub> (mW)	66,69	63,644	43,46
I <sub>sc</sub> (mA)	0,3	0,31	0,27
V <sub>oc</sub> (mV)	234	225,6	217,5
Fill Factor	0,95	0,91	0,74
Efisiensi (%)	0,52	0,50	0,34

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan pembuatan *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) dengan menggunakan kombinasi bahan anorganik TiO<sub>2</sub> dengan bahan organik *dye* dari ekstraksi bunga rosella.
2. Nilai efisiensi meningkat dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak *dye* bunga rosella. Untuk konsentrasi elektrolit 0,5 M sebesar 0,52%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana DIP A No. 0675/023.042/3/2011.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S, 2007, Biomimicry in Solar Energy Conversion With natural Dye Sensitized Nanocrystalline Photovoltaic Cells, Department of Chemistry and Biochemistry Obelin College, Ohio, 4-6.
- Anggraini, Laila, 2009, Pembuatan Dye Sensitized Solar-Cell Dengan Memanfaatkan Sensitizer Ekstrak Kol Merah, Jurusan kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Grätzel, M. 2003, Dye-Sensitized Solar Cells, Journal of Photochemistry and Photobiology, Vol.4, 145-153.
- Green, M. A, 2001, Solar Cell Efficiency Tables (Version 18), Prog. Photovolt. Res. Appl., 9, 287-93.
- Maddu, A., 2007, Penggunaan Ekstrak Antosianin Kol Merah Sebagai Fotosensitizer Pada Sel Surya TiO<sub>2</sub> Nanokristal Tersensitasi Dye, Departemen Fisika FMIPA, Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Marwati, Retno A., Penggunaan Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) sebagai Zat Warna pada Dye sensitized Solar Cell (DSSC). Jurusan Kimia FMIPA ITB :Bandung.

- Mayo, Elizabeth, 2004, Kinetics and Thermodynamics of Dye (Group VIII Metal)-Sensitized Nanocrystalline Titanium Dioxide Photoelectrodes, Thesis PhD, California Institute of Technology, Pasadena, California.
- Phani, G. Et al, 2001, Titania solar cells: new photovoltaic technology, Renewable Energy.
- Sastrawan, R, 2006, Photovoltaic Modules of Dye Solar Cells, Disertasi University of Freiburg.
- Shah, A., et al., 1999, Photovoltaic Technology: The Case for Thin-Film Solar Cells, Science, 30 July, 285, 692-8.
- Septina, W, 2007, Pembuatan Prototipe Solar Cell Murah dengan Bahan Organik-Inorganik (Dye-sensitized Solar Cell), Laporan Penelitian Bidang Energi, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sukardjo, 1992, Kimia Koordinasi, PT. Rineka Cipta : Jakarta.
- Wongcharee, K., et al, 2006, Dye-Sensitized Solar Cell Using Natural Dyes Extracted From Rosella and Blue Pea Flowers, Department of Chemical Engineering, Mahanakorn University of Technology, Nong Chok, Bangkok 10530, Thailand.